

窓仕様の違いによる数値計算*

その1 熱貫流率からの冬季結露の数値計算

石 田 卓**
須 貝 高**

Numerical Calculation of Difference of Windowpane

Part 1 Concerning a Coefficient of Overall Heat Transmission and Dewfall in Wintertime

Taku ISHIDA and Takashi SUGAI

If it opens a curtain in the morning in winter, dewfall water adheres to a windowpane as becoming it, by changing a kind of glass and sash on the condition of a similar weather also, this dewfall raises a superficial temperature of glass and can make you cut down a dewfall, though the quantity is odd, on the condition that it says that it is heat performance of a weather condition (temperature condition especially) and residence of course.

We did a numerical calculation for a with this treatise, influence to extend it over a dewfall at a heating in dawn in a wintertime.

Key Words: Numerical Calculation, Windowpane, Coefficient of Overall Heat Transmission, Dewfall

1. はじめに

冬の朝にカーテンを開けると、窓ガラスに結露水が付き易くなり、この結露はもちろん気象条件（特に温度条件）や住宅の熱性能といった条件でその量は変わるが、同じ気象条件などでもガラスやサッシの種類を変える事で、ガラスの表面温度を上げて結露を低減させることができる。また、建具を含めたガラスの熱貫流率の基準があるが、実際に生活した場合には付属品の使用や通風などによる換気などの存在がある。つまり、付属品の使用により断熱性能の向上したことにより、ガラスと付属品との間で内部結露を助長する可能性が高まることを意味する（図1参照）。

そこで、本論文では、窓仕様の違いが冬季結露に及ぼす影響を数値計算を行った。

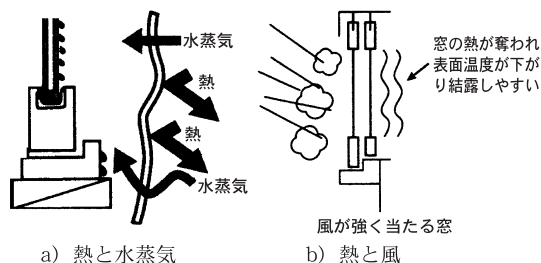


図1 ガラスと付属品における冬季結露の発生の要因⁽¹⁾

※付属品は断熱には有効であるが、水蒸気を通り抜けてしまうので、ガラスやサッシの室内側の表面温度が下がり、湿度の高い空間になるので、結露が発生しやすい。

2. 判断基準

住宅性能表示「温熱環境」基準における、等級4はエネルギーの大きな削減のための対策が講じられている省エネルギー性能の高い住まい（平成11（1999）年の次世代省エネルギー基準に相当）、等級3はエネルギーの一定程度の削減対策が講じられている住まい（平成4

* 平成15年5月31日受付

** 建築学科

(1992)年の省エネルギー基準に相当)、等級2はエネルギーの小さな削減の為の対策が講じられている住まい(昭和55(1980)年の省エネルギー基準に相当)である(表1参照)。

表1 省エネルギー基準

地域区分	熱貫流率 [W/m ² ・K]			
	等級4	等級3	等級2	等級1
I 地域	2.33以下			
II 地域	2.33以下	3.49以下		
III 地域	3.49以下	4.65以下		
IV・V地域	4.65以下	6.51以下		
VI 地域	6.51以下	—		

等級2を満たさないもの

3. 計算条件

表2に外気・室内の温・湿度条件(内部結露計算用)を示す。

結露計算システム“INSYS for Windows MCCSW Version 1.11”⁽²⁾を用いた。冬季の外気温度(内部結露

表2 外気・室内の温・湿度条件(内部結露計算用)

地域区分	冬		季	
	外 気		室 内	
	温度[°C]	相対湿度[%]	温度[°C]	相対湿度[%]
I 地域	-11.6	70.0(1.182)	15.0	70.0(8.949)
II 地域	-3.6	70.0(2.374)		
III 地域	-1.5	70.0(2.832)		
IV 地域	0.9	70.0(3.423)		
V 地域	6.0	70.0(4.907)		
VI 地域	14.1	70.0(8.443)		

※()内は水蒸気圧 [mmHg]を示す。

計算用)は最寒月の月平均値(全国842地点のアメダス観測地点の中、該当地域内において最も低くなる観測地点の値)、外気湿度は全地域70%を入れた。

4. 計算内容

表3に窓仕様(建具・ガラス・付属品)の熱貫流率、表4に空気層の熱抵抗と表面熱伝達抵抗、図2に窓仕様の構成材料、図3に地域別の窓仕様(I・II地域、III~

表3 窓仕様(建具・ガラス・付属品)の熱貫流率

No.	建 具	ガラス(空気層)	熱貫流率 [W/m ² ・K]			
			付 属 品			
			A	B, C	D	E
			なし	外付けブラケット、上下半閉カーテン	上下半閉カーテン	障子
①	W+P, M+P	低放射複層ガラス ^(注1) (12mm), 遮熱複層ガラスA・B・C ^(注2) (12mm)	2.33	2.11	2.07	1.92
	M+P, W	単板ガラス+普通複層ガラス(12mm), 遮熱複層ガラスC(12mm)				
②	W+P	3層複層ガラス(12mm+12mm)	2.33	2.11	2.07	1.92
③	W+P	普通複層ガラス(12mm), 遮熱複層ガラスC(12mm)	2.91	2.58	2.52	2.31
	MS	低放射複層ガラス(12mm), 遮熱複層ガラスA・B・C(12mm)				
	M+P, W	単板ガラス+単板ガラス				
④	M+P	普通複層ガラス(6mm), 遮熱複層ガラスC(6mm)	3.49	3.03	2.95	2.68
	M+P, MS	低放射複層ガラス(6mm), 遮熱複層ガラスA・B・C(6mm)				
	M+P, MS	普通複層ガラス(10~12mm), 遮熱複層ガラスC(10~12mm)				
	K+K	単板ガラス+単板ガラス				
⑤	M+P, M	普通複層ガラス(12mm), 遮熱複層ガラスC(12mm)	4.07	3.47	3.36	3.04
	MS	普通複層ガラス(6mm), 遮熱複層ガラスC(6mm)				
	M	低放射複層ガラス(6mm), 遮熱複層ガラスA・B・C(6mm)				
⑥	M	普通複層ガラス(6mm), 遮熱複層ガラスC(6mm)	4.65	3.89	3.76	3.38
⑦	M	単板ガラス, 熱線反射ガラス2・3種 ^(注3)	6.51	5.17	4.97	4.40

※建具のWは木製, Pはプラスチック製, Mは金属製, MSは金属製(熱遮断構造)を示す。

VI地域)を示す。窓仕様としてNo.①～⑦でかつ付属品なしと付属品ありの外付けブラインド (もしくは断熱材なしの雨戸)、上下半密閉カーテン (上端密閉あるいは下端密閉)、上下密閉カーテン、障子 (空気層のみで断熱

するもの)の場合を地域別に検討した。なお、上端密閉とはカーテンボックスを取り付ける状態あるいはカーテンを天井に取り付ける状態であり、下端密閉とはカーテンの裾を床まで垂らす状態である。

表4 空気層の熱抵抗と表面熱伝達抵抗

空気層	R [m ² ・K/W]	表面熱伝達抵抗	R [m ² ・K/W]
外付けブラインドとガラス	0.070	通常の外気側 Ro	0.043
ガラスとカーテン	0.047	外付けブラインドの外気側 Ro	0.077
ガラスと障子	0.093	通常の室内側 Ri	0.1075
ガラスとガラス (2重窓以上)	0.075	カーテン・障子の室内側 Ri	0.148

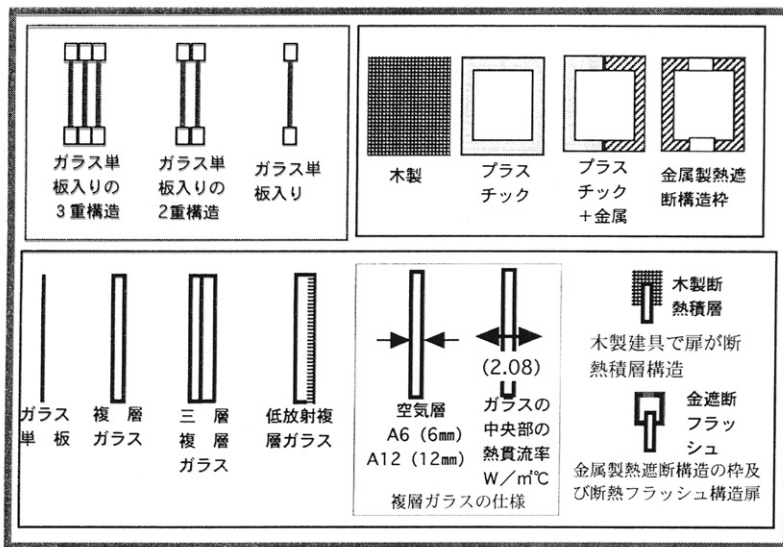
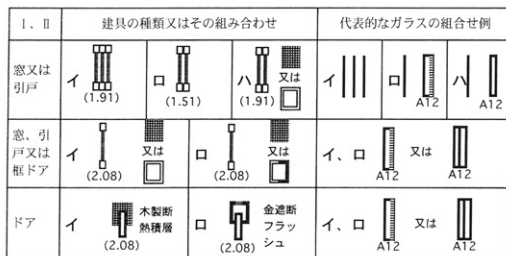
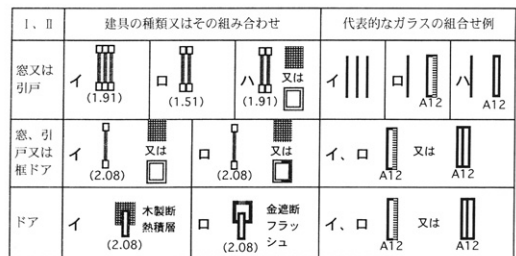


図2 窓仕様の構成材料⁽⁴⁾



()内はガラス中央部の熱貫流率

a) I・II地域



()内はガラス中央部の熱貫流率

b) III～VI地域

図3 地域別の窓仕様⁽⁴⁾

5. 計算結果 (冬季)

表5~11に窓仕様①~⑦の計算結果, 図4に全結露水量と室内外の空気温度差の関係, 図5に全結露水量と建

具・ガラスの熱貫流率の関係, 図6に全結露水量と建具・ガラス・付属品の熱貫流率の関係, 図7に全結露水量と室内表面温度の関係を示す.

表5 窓仕様①の計算結果

No.	I 地域	II 地域	III 地域	IV 地域	V 地域	VI 地域
①-A	○ 《 8.3》 [0, 0] { 0}	○ 《10.3》 [0, 0] { 0}	○ 《10.9》 [0, 0] { 0}	○ 《11.5》 [0, 0] { 0}	○ 《12.8》 [0, 0] { 0}	○ 《14.8》 [0, 0] { 0}
①-B	● 《 9.0》 [0, 1398] { 1398}	○ 《10.8》 [0, 0] { 0}	○ 《11.3》 [0, 0] { 0}	○ 《11.8》 [0, 0] { 0}	○ 《13.0》 [0, 0] { 0}	○ 《14.8》 [0, 0] { 0}
①-C	● 《 6.7》 [208, 0] { 268}	○ 《 9.2》 [0, 0] { 0}	○ 《 9.9》 [0, 0] { 0}	○ 《10.6》 [0, 0] { 0}	○ 《12.2》 [0, 0] { 0}	○ 《14.7》 [0, 0] { 0}
①-D	● 《 6.9》 [1031, 0] { 1031}	● 《 9.3》 [376, 0] { 376}	○ 《 9.9》 [0, 0] { 0}	○ 《10.7》 [0, 0] { 0}	○ 《12.2》 [0, 0] { 0}	○ 《14.7》 [0, 0] { 0}
①-E	● 《 7.4》 [31, 3089] { 3120}	● 《 9.7》 [0, 2073] { 2073}	● 《10.3》 [0, 1433] { 1433}	● 《11.0》 [0, 635] { 635}	○ 《12.4》 [0, 0] { 0}	○ 《14.7》 [0, 0] { 0}

※○は熱貫流率 (4等級) および結露クリアする場合, ●は熱貫流率 (4等級) クリアし結露クリアしない場合, △は熱貫流率 (3・2等級) および結露クリアする場合, ▲は熱貫流率 (3・2等級) クリアし結露クリアしない場合, □は熱貫流率クリアしない結露クリアする場合, ■は熱貫流率および結露クリアしない場合, 《 》内は室内に最も近い表面温度 [°C], []内は左側にガラス室内側表面の結露水量 [g/m²・hour], 右側に付属品外気側表面 (外付けブラインドの場合はガラス外気側表面) の結露水量 [g/m²・hour], { } は全結露水量 [g/m²・hour] を示す.

表6 窓仕様②の計算結果

No.	I 地域	II 地域	III 地域	IV 地域	V 地域	VI 地域
②-A	● 《 8.3》 [0.13, 1364] { 1364}	● 《10.3》 [0, 630] { 630}	● 《10.9》 [0, 206] { 206}	○ 《11.5》 [0, 0] { 0}	○ 《12.8》 [0, 0] { 0}	○ 《14.8》 [0, 0] { 0}
②-B	○ 《 9.0》 [0, 0] { 0}	○ 《10.8》 [0, 0] { 0}	○ 《11.3》 [0, 0] { 0}	○ 《11.8》 [0, 0] { 0}	○ 《13.0》 [0, 0] { 0}	○ 《14.8》 [0, 0] { 0}
②-C	● 《 6.7》 [932, 1257] { 2189}	● 《 9.2》 [820, 1042] { 1862}	● 《 9.9》 [781, 790] { 1571}	● 《10.6》 [722, 215] { 937}	○ 《12.2》 [0, 0] { 0}	○ 《14.7》 [0, 0] { 0}
②-D	● 《 6.6》 [886, 1978] { 2864}	● 《 9.3》 [758, 1620] { 2378}	● 《10.0》 [727, 1273] { 2000}	● 《10.7》 [679, 656] { 1335}	● 《12.3》 [123, 0] { 123}	○ 《14.7》 [0, 0] { 0}
②-E	● 《 7.4》 [1165, 3091] { 4256}	● 《 9.7》 [1190, 2384] { 3574}	● 《10.3》 [1125, 1869] { 2994}	● 《11.0》 [1079, 1185] { 2264}	● 《12.4》 [660, 0] { 660}	○ 《14.7》 [0, 0] { 0}

※○は熱貫流率 (4等級) および結露クリアする場合, ●は熱貫流率 (4等級) クリアし結露クリアしない場合, △は熱貫流率 (3・2等級) および結露クリアする場合, ▲は熱貫流率 (3・2等級) クリアし結露クリアしない場合, □は熱貫流率クリアしない 結露クリアする場合, ■は熱貫流率および結露クリアしない場合, 《 》内は室内に最も近い表面温度 [°C], []内は左側にガラス室内側表面の結露水量 [g/m²・hour], 右側に付属品外気側表面 (外付けブラインドの場合はガラス外気側表面) の結露水量 [g/m²・hour], { } は全結露水量 [g/m²・hour] を示す.

表7 窓仕様③の計算結果

No.	I 地域	II 地域	III 地域	IV 地域	V 地域	VI 地域
③-A	□ 《 6.7》	△ 《 9.2》	○ 《 9.8》	○ 《10.6》	○ 《12.2》	○ 《14.7》
	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]
	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}
③-B	□ 《 7.6》	△ 《 9.8》	○ 《10.4》	○ 《11.1》	○ 《12.5》	○ 《14.6》
	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]
	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}
③-C	■ 《 4.9》	▲ 《 7.9》	● 《 8.7》	○ 《 9.6》	○ 《11.6》	○ 《14.7》
	[0, 903]	[0, 291]	[0, 125]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]
	{ 903}	{ 29}	{ 125}	{ 0}	{ 0}	{ 0}
③-D	■ 《 5.9》	▲ 《 8.6》	● 《 9.4》	○ 《10.2》	○ 《11.9》	○ 《14.7》
	[0, 1470]	[0, 766]	[0, 568]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]
	{ 1470}	{ 766}	{ 568}	{ 0}	{ 0}	{ 0}
③-E	■ 《 5.1》	▲ 《 8.1》	● 《 8.9》	● 《 9.7》	● 《11.6》	○ 《14.7》
	[884, 3531]	[863, 2902]	[752, 2626]	[401, 2359]	[0, 226]	[0, 0]
	{ 4415}	{ 3765}	{ 3378}	{ 2760}	{ 266}	{ 0}

※○は熱貫流率（4等級）および結露クリアする場合、●は熱貫流率（4等級）クリアし結露クリアしない場合、△は熱貫流率（3・2等級）および結露クリアする場合、▲は熱貫流率（3・2等級）クリアし結露クリアしない場合、□は熱貫流率クリアしない結露クリアする場合、■は熱貫流率および結露クリアしない場合、《 》内は室内に最も近い表面温度 [°C]、[]内は左側にガラス室内側表面の結露水量 [g/m²・hour]、右側に付属品外気側表面（外付けブラインドの場合はガラス外気側表面）の結露水量 [g/m²・hour]、{ } は全結露水量 [g/m²・hour] を示す。

表8 窓仕様④の計算結果

No.	I 地域	II 地域	III 地域	IV 地域	V 地域	VI 地域
④-A	□ 《 5.0》	△ 《 8.0》	○ 《 8.8》	○ 《 9.7》	○ 《11.6》	○ 《14.7》
	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]
	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}
④-B	□ 《 6.4》	△ 《 9.0》	○ 《 9.6》	○ 《10.4》	○ 《12.1》	○ 《14.7》
	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]	[0, 0]
	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}	{ 0}
④-C	■ 《 3.1》	▲ 《 6.7》	● 《 7.6》	● 《 8.7》	○ 《11.0》	○ 《14.6》
	[0, 1459]	[0, 818]	[0, 658]	[0, 436]	[0, 0]	[0, 0]
	{ 1459}	{ 818}	{ 658}	{ 436}	{ 0}	{ 0}
④-D	■ 《 4.5》	▲ 《 7.6》	● 《 8.5》	● 《 9.4》	○ 《11.4》	○ 《14.6》
	[0, 2011]	[0, 1290]	[0, 1099]	[0, 835]	[0, 0]	[0, 0]
	{ 2011}	{ 1290}	{ 1099}	{ 835}	{ 0}	{ 0}
④-E	■ 《 3.4》	▲ 《 6.9》	● 《 7.8》	● 《 8.8》	● 《11.1》	○ 《14.6》
	[1167, 3634]	[1494, 3232]	[1486, 2987]	[1347, 2627]	[292, 1102]	[0, 0]
	{ 4801}	{ 4726}	{ 4473}	{ 3974}	{ 1394}	{ 0}

※○は熱貫流率（4等級）および結露クリアする場合、●は熱貫流率（4等級）クリアし結露クリアしない場合、△は熱貫流率（3・2等級）および結露クリアする場合、▲は熱貫流率（3・2等級）クリアし結露クリアしない場合、□は熱貫流率クリアしない結露クリアする場合、■は熱貫流率および結露クリアしない場合、《 》内は室内に最も近い表面温度 [°C]、[]内は左側にガラス室内側表面の結露水量 [g/m²・hour]、右側に付属品外気側表面（外付けブラインドの場合はガラス外気側表面）の結露水量 [g/m²・hour]、{ } は全結露水量 [g/m²・hour] を示す。

表9 窓仕様⑤の計算結果

No.	I 地域	II 地域	III 地域	IV 地域	V 地域	VI 地域
⑤-A	□ ≪ 3.4 ≫	△ ≪ 6.9 ≫	△ ≪ 7.8 ≫	○ ≪ 8.8 ≫	○ ≪ 11.1 ≫	○ ≪ 14.6 ≫
	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }
	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }
⑤-B	□ ≪ 5.1 ≫	△ ≪ 8.1 ≫	△ ≪ 8.6 ≫	○ ≪ 9.8 ≫	○ ≪ 11.7 ≫	○ ≪ 14.7 ≫
	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }
	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }
⑤-C	■ ≪ 1.3 ≫	▲ ≪ 5.4 ≫	▲ ≪ 6.5 ≫	● ≪ 7.8 ≫	○ ≪ 10.4 ≫	○ ≪ 14.5 ≫
	{ 259, 1697 }	{ 0, 1267 }	{ 0, 1099 }	{ 0, 884 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }
	{ 1956 }	{ 1267 }	{ 1099 }	{ 884 }	{ 0 }	{ 0 }
⑤-D	■ ≪ 3.0 ≫	▲ ≪ 6.6 ≫	▲ ≪ 7.6 ≫	● ≪ 8.7 ≫	○ ≪ 11.0 ≫	○ ≪ 14.6 ≫
	{ 54, 2346 }	{ 0, 1725 }	{ 0, 1539 }	{ 0, 1281 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }
	{ 2400 }	{ 1725 }	{ 1539 }	{ 1281 }	{ 0 }	{ 0 }
⑤-E	■ ≪ 1.8 ≫	▲ ≪ 5.8 ≫	▲ ≪ 6.8 ≫	● ≪ 8.0 ≫	● ≪ 10.5 ≫	○ ≪ 14.6 ≫
	{ 1290, 3608 }	{ 1899, 3444 }	{ 1984, 3249 }	{ 1955, 2924 }	{ 963, 1653 }	{ 0, 0 }
	{ 4898 }	{ 5343 }	{ 5233 }	{ 4879 }	{ 2616 }	{ 0 }

※○は熱貫流率（4等級）および結露クリアする場合、●は熱貫流率（4等級）クリアし結露クリアしない場合、△は熱貫流率（3・2等級）および結露クリアする場合、▲は熱貫流率（3・2等級）クリアし結露クリアしない場合、□は熱貫流率クリアしない結露クリアする場合、■は熱貫流率および結露クリアしない場合、≪ ≫ 内は室内に最も近い表面温度 [°C]、{ } 内は左側にガラス室内側表面の結露水量 [g/m²・hour]、右側に付属品外気側表面（外付けブラインドの場合はガラス外気側表面）の結露水量 [g/m²・hour]、{ } は全結露水量 [g/m²・hour] を示す。

表10 窓仕様⑥の計算結果

No.	I 地域	II 地域	III 地域	IV 地域	V 地域	VI 地域
⑥-A	□ ≪ 1.7 ≫	△ ≪ 5.7 ≫	△ ≪ 6.8 ≫	○ ≪ 8.0 ≫	○ ≪ 10.5 ≫	○ ≪ 14.6 ≫
	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }
	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }
⑥-B	□ ≪ 3.9 ≫	△ ≪ 7.2 ≫	△ ≪ 8.1 ≫	○ ≪ 9.1 ≫	○ ≪ 11.2 ≫	○ ≪ 14.6 ≫
	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }	{ 0, 0 }
	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }	{ 0 }
⑥-C	■ ≪ -0.3 ≫	▲ ≪ 4.3 ≫	▲ ≪ 5.5 ≫	● ≪ 6.9 ≫	● ≪ 9.8 ≫	○ ≪ 14.6 ≫
	{ 599, 1735 }	{ 475, 1460 }	{ 349, 1298 }	{ 0, 1256 }	{ 0, 393 }	{ 0, 0 }
	{ 2334 }	{ 1935 }	{ 1647 }	{ 1256 }	{ 393 }	{ 0 }
⑥-D	■ ≪ 1.7 ≫	▲ ≪ 5.7 ≫	▲ ≪ 6.8 ≫	● ≪ 8.0 ≫	● ≪ 10.5 ≫	○ ≪ 14.6 ≫
	{ 401, 2401 }	{ 177, 2066 }	{ 28, 1882 }	{ 0, 1655 }	{ 0, 251 }	{ 0, 0 }
	{ 2802 }	{ 2243 }	{ 1910 }	{ 1655 }	{ 25 }	{ 0 }
⑥-E	■ ≪ 0.2 ≫	▲ ≪ 4.7 ≫	▲ ≪ 5.8 ≫	● ≪ 7.2 ≫	● ≪ 10.0 ≫	○ ≪ 14.5 ≫
	{ 1335, 3497 }	{ 2168, 3572 }	{ 2339, 3435 }	{ 2417, 3166 }	{ 1576, 2159 }	{ 0, 0 }
	{ 4832 }	{ 5740 }	{ 5744 }	{ 5583 }	{ 3735 }	{ 0 }

※○は熱貫流率（4等級）および結露クリアする場合、●は熱貫流率（4等級）クリアし結露クリアしない場合、△は熱貫流率（3・2等級）および結露クリアする場合、▲は熱貫流率（3・2等級）クリアし結露クリアしない場合、□は熱貫流率クリアしない結露クリアする場合、■は熱貫流率および結露クリアしない場合、≪ ≫ 内は室内に最も近い表面温度 [°C]、{ } 内は左側にガラス室内側表面の結露水量 [g/m²・hour]、右側に付属品外気側表面（外付けブラインドの場合はガラス外気側表面）の結露水量 [g/m²・hour]、{ } は全結露水量 [g/m²・hour] を示す。

表11 窓仕様⑦の計算結果

No.	I 地域	II 地域	III 地域	IV 地域	V 地域	VI 地域
⑦-A	□ «-3.6» 【 0, 0】 { 0}	△ « 2.0» 【 0, 0】 { 0}	△ « 3.4» 【 0, 0】 { 0}	△ « 5.1» 【 0, 0】 { 0}	△ « 8.7» 【 0, 0】 { 0}	○ «14.4» 【 0, 0】 { 0}
⑦-B	□ « 0.2» 【 0, 0】 { 0}	△ « 4.7» 【 0, 0】 { 0}	△ « 5.8» 【 0, 0】 { 0}	△ « 7.2» 【 0, 0】 { 0}	△ «10.0» 【 0, 0】 { 0}	○ «14.5» 【 0, 0】 { 0}
⑦-C	■ «-5.4» 【1117, 1512】 {2629}	▲ « 0.7» 【1587, 1721】 {3308}	▲ « 2.4» 【1634, 1639】 {3273}	▲ « 4.2» 【1566, 1472】 {3038}	▲ « 8.1» 【 597, 1168】 {1765}	○ «14.3» 【 0, 0】 { 0}
⑦-D	■ «-2.3» 【 983, 2239】 {3222}	▲ « 2.9» 【1293, 2355】 {3648}	▲ « 4.2» 【1291, 2252】 {3543}	▲ « 5.8» 【1169, 2049】 {3218}	▲ « 9.1» 【 191, 1651】 {1842}	○ «14.4» 【 0, 0】 { 0}
⑦-E	■ «-4.6» 【1292, 2732】 {4024}	▲ « 1.3» 【2503, 3583】 {6086}	▲ « 2.9» 【2869, 3637】 {6506}	▲ « 4.6» 【3223, 3575】 {6798}	▲ « 8.4» 【3191, 2796】 {5987}	○ «14.3» 【 0, 0】 { 0}

※○は熱貫流率（4等級）および結露クリアする場合、●は熱貫流率（4等級）クリアし結露クリアしない場合、△は熱貫流率（3・2等級）および結露クリアする場合、▲は熱貫流率（3・2等級）クリアし結露クリアしない場合、□は熱貫流率クリアしない結露クリアする場合、■は熱貫流率および結露クリアしない場合、《 》内は室内に最も近い表面温度 [°C]、【 】内は左側にガラス室内側表面の結露水量 [g/m²・hour]、右側に付属品外気側表面（外付けブラインドの場合はガラス外気側表面）の結露水量 [g/m²・hour]、{ } は全結露水量 [g/m²・hour] を示す。

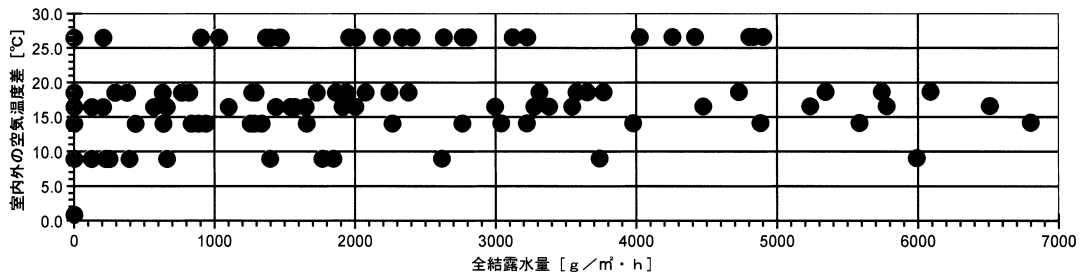


図4 全結露水量と室内外の空気温度差の関係

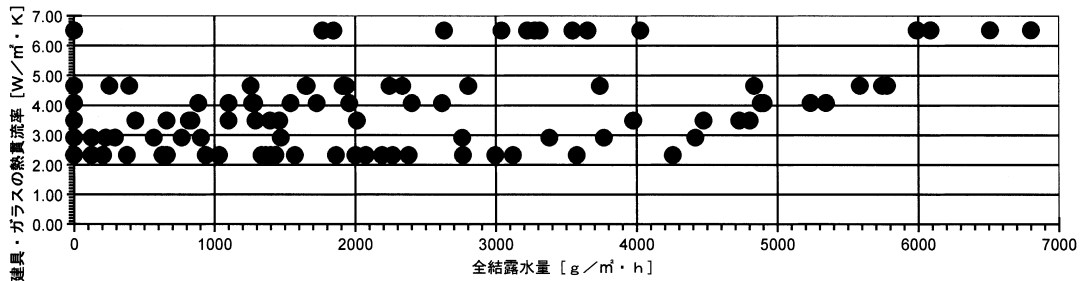


図5 全結露水量と建具・ガラスの熱貫流率の関係

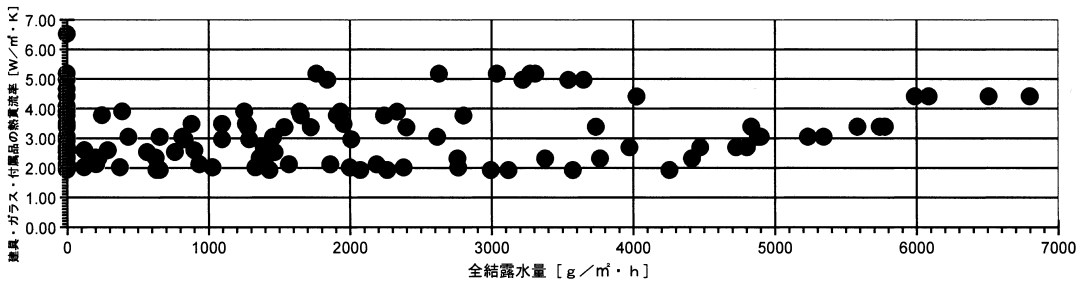


図6 全結露水量と建具・ガラス・付属品の熱貫流率の関係

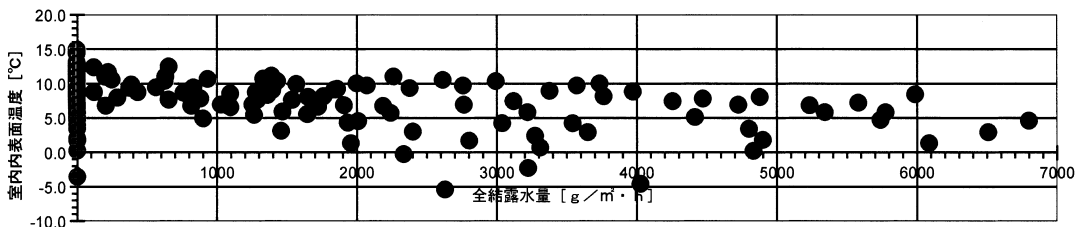


図7 全結露水量と室内表面温度の関係

6. まとめ

本論文では、窓仕様の違いが冬季結露に及ぼす影響を数値計算を行った。得られた結果を以下に列記する。

- 1) 全結露水量の多くなる傾向は、VI地域よりもI地域(室内外の温度差が大きい)、窓仕様①よりも⑦(熱貫流率が高い)、付属品としては上下半密閉カーテンよりも上下密閉カーテン、上下密閉カーテンよりも障子(熱貫流率が小さい)である。なお、結露発生箇所の順番は付属品の外気側表面、ガラスの室内側表面である。
- 2) 地域別で使用可能な(4等級の熱貫流率を満たし結露しない)窓仕様が以下に掲げた(表5~11中の○印)。
 - ・VI地域：窓仕様①~⑦のA~E
 - ・V地域：窓仕様①のA~E、窓仕様②のA~C、窓仕様③~⑤のA~D、窓仕様⑥のA、B
 - ・IV地域：窓仕様①・③のA~D、窓仕様②・④~⑥のA、B
 - ・III地域：窓仕様①のA~D、窓仕様②のB、窓仕様③・④のA、B
 - ・II地域：窓仕様①のA~C、窓仕様②のB
 - ・I地域：窓仕様①のA、窓仕様②のB
- 3) 地域別で使用可能な(3等級の熱貫流率を満たし結露しない)窓仕様が以下に掲げた(表5~11中の△印)。
 - ・VI・I地域：適合なし

- ・V地域：窓仕様⑦のA、B
 - ・IV地域：窓仕様⑦のA、B
 - ・III地域：窓仕様⑤~⑦のA、B
 - ・II地域：窓仕様③~⑦のA、B
- 4) 地域別で使用不可な(4等級の熱貫流率を満たし結露する)窓仕様が以下に掲げた(表5~11中の●印)。
 - ・VI地域：適合なし
 - ・V地域：窓仕様②のD、E、窓仕様③~⑤のE、窓仕様⑥のC~E
 - ・IV地域：窓仕様①・③のE、窓仕様②・④~⑥のC~E
 - ・III地域：窓仕様①のE、窓仕様②のA、C~E、窓仕様③・④のC~E
 - ・II地域：窓仕様①のD、E、窓仕様②のA、C~E
 - ・I地域：窓仕様①のB~E、窓仕様②のA、C~E
但し、窓仕様①のBはガラス外気側表面で結露するが、問題はないと思われる。
 - 5) 地域別で使用不可な(3等級の熱貫流率を満たし結露する)窓仕様が以下に掲げた(表5~11中の▲印)。
 - ・VI・I地域：適合なし
 - ・V地域：窓仕様⑦のC~D
 - ・IV地域：窓仕様⑦のC~D
 - ・III地域：窓仕様⑤~⑦のC~D
 - ・II地域：窓仕様③~⑦のC~D
 - 6) 地域別で使用不可な(上述4)、5)以外)窓仕様が以

下に掲げた（表5～11中の□、■印）。

- ・ VI～II地域：適合なし
- ・ I地域：窓仕様③～⑦のA～E

注

- 1) 低放射複層ガラス：製造法（金属薄膜の構成）の違いにより、比較的日射侵入率の「高いタイプ（A）」と「低いタイプ（B, C）」があり、要求日射遮蔽係数に応じた選定が必要である。
- 2) 遮熱複層ガラス A・B・C：住宅を対象とした、可視光線透過率が高く、可視光線反射率が普通複層ガラスとほぼ同等のものがある。「低放射ガラス（A, B）」を使用したものと、「熱線吸収ガラス（C）」を使用したものがあり、前者は低放射複層ガラスと同等以上の断熱性を有し、後者は普通複層ガラスと同等の断熱性を有する。

- 3) 熱線反射ガラス：非住宅を対象にしたものがほとんどで、住宅用途での採用には、可視光線透過率や可視光線反射率についても注意をして選定する必要がある。

参考文献

- (1) 「建物の結露」編集委員会：建物の結露－トラブル事例と解決策，株式会社学芸出版社，2003年3月10日，総159頁
- (2) 株式会社山内設計室編著：INSYS for Windows（結露計算システム），1998年3月1日
- (3) (財)住宅・建築省エネルギー機構：次世代省エネルギー基準セミナーテキスト，平成11年4月
- (4) 南雄三監修・株式会社日本住宅新聞社編集：次世代省エネルギー基準のすべて・木造編，株式会社日本住宅新聞社，1999年9月25日，総179頁